بسم الله الرحمن الرحيم
جامعـة الخرطــوم
كلية الآداب
قســم الجغرافيا

ورقة بعنوان:

(دور البحث العلمي في تحقيق التنمية المستدامة بالبيئات الجافة)
نموذج المناهج الجغرافية لتقييم الموارد الطبيعية

د. عباس الطيب بابكر

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة:

تتميز البيئات الجافة بمحدودية الموارد الطبيعية المتجددة (الماء، التربة، الغطـاء النباتي) الناتجـة من قلة الأمطار ومصادر الجريان السطحي والمياه الجوفية والتربات الخصبة وارتفاع معدلات التبخر ووجود عجز في التوازن مائي والذي ينعكس بدوره على نوع وكثافة الغطاء النباتي واستخدام الأرض والنشاطات البشرية لسكان هذه المناطق. وظهور العديد من الآثار البيئية المرتبطة بطبيـعة العلاقة بين استخـدام الأرض للنشاط المعين ومدي توفر المورد الطبيعي.

وعموماً يستخدم مصطلح البيئات الجافة وشبه الجافة للإشارة إلى المناطق التي يسودها المناخ الجاف والحشائش القصيرة وتشمل الاستبس في المناطق المعتدلة والسافنا القصيرة في المناطق المدارية، ووفقاً للتقديرات فإن مجموع مساحات الأراضي الجافة تقدر بحوالى 33- 36% من مساحة اليابس.

تغطي المناطق الجافة وشبه الجافة حوالي 76,1% من مساحة السودان الذي يقع بين دائرتي عرض 33ْ و3ْ شمال، وخطي طول 38ْ و22ْ شرق في الجزء الشمالي الشرقي لقارة أفريقيا. وتعتبر منطقة شمال شرق السودان من أكثر مناطق السودان تأثراً بالجفاف حيث تأثير البيئة المحلية والمميزات الطبيعية (ساحل البحر الأحمر، سلسلة جبال البحر الأحمر، المنطقة السهلية غرب الجبال) بالإضافة إلى أن المنطقة تقـع تماماً في

حزام الساحل الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة، وعجز مائي سنوي يقدر بحوالي 526ملم، هذا الانخفاض في كمية الوارد من الأمطار له انعكاســه على كثافة الغطــاء النباتي واستخدامه سواء كان للرعي أو الوقود أو المباني خاصة وأن النشاط البشــري لسكان المنطقة هو الرعي والزراعة، بالإضــافة إلى تأثير عملية التبخر في خصائص التربة المتكونة عند مصبات الأودية.كما أن محدودية الماء العذب يقلل من كمية المياه لأغراض الشرب والزراعة.

ومن ناحية أخري ونتيجة للنشاط الزراعي ظهرت العديد من المشكلات الخاصة بالتربة مثل تصلب الطبقة السطحية للأرض الزراعية مما أثر في تشبع التربة بالرطوبة وصعوبة استخدام الآلة الزراعية التقليدية وبالتالي كمية الإنتاج وزيادة الملوحة مما أدي إلى انحسار الأرض الزراعية، بالإضافة إلى ملوحة مياه الشــرب، وانخـفاض كثافة الغطاء النباتي الحولي للنشاط الرعوي.

لكل ذلك كان لابد من أجراء دراسة تفصيلية لموارد الماء والتربة بغرض التعرف علي أسباب انخفاض الإنتاجية بالنسبة للتربة الزراعية وتدني كمية المياه الصالحة للشــرب والزراعة، ومحاولة إيجاد المعالجات العاجلة والمناسبة، والاستفادة من نتائج الدراسة في وضع خريطة استثمارية تساعد في الاستغلال الأمثل لهذه الموارد لضمان استمراريـتها وتنميتها. ومحاولة الاستفادة من نتائج الدراسة في المناطـق المناظرة.

تعتبر الجغرافيا من العلوم الهامة في العصر الحاضر لما تقدمه من إسهامات معلوماتية في مجالات الأنشطة البشرية خاصة تلك التي ترتبط باستخدام الأرض والاستفادة من الموراد الطبيعية والمحافظة عليها، معتمدة في ذلك على عدة مناهج منها الوصفية والاستقرائية والاستنباطية والإحصائية والكمية بتعدد فروعها(الجيومور فولوجيا، الهايدرولوجيا، البيدولوجي، المناخ،...الخ) للحصول على نتائج تكون أقرب إلى الموضوعية وذلك بتعدد فروع الجغرافيا الطبيعية ، والتي يتم جمع المعلومات فيها من خلال عدة مصادر يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام أساسية هي إعداد الخرائط من الصور الجوية ، وصور الأقمار الصناعية، والخرائط. والدراسة الميدانية او ما يعرف بالمسح الميداني للظواهر الطبيعية. والتحليل المعملي مثل التحليل المعملي للتربة والماء للحصول على المعلومات التي يصعب الحصول عليها في العمل الميداني .

مناهج البحث العلمي في الجغرافيا :

يقصد بـالمنهج الأسـاليب والمـداخل المتعـددة التـي يـستخدمها الباحـث مـن جمـع البيانـات، وتـصنيفها، وتحليلها وبيان ما إنبنت عليه من مسلمات نظرية وأسئلة محورية وفروض تبين تبعاتها وتوقعاتها وتعمم نتائجها وتقترح تطبيقات جديدة ويكشف عن المبادئ والأسس النظرية والمنطقية والحسية في حل المشكلات كما تقترح صياغات جديدة لتلك المشكلات . وقد بدأت الجغرافيا تتولد عن الفلسفة كبقية العلوم بواسطة المـنهج الاستنباطي، وإحتاجـت فـي استكمال بنائهـا إلـى منـاهج أخـرى تعينهـا علـى مزيـد مـن التأييد لفروضـها ونـتج عـن ذلك المـنهج الاستقرائي ، وبتكامل هذين المنهجين نتج المنهج العلمي التجريبـي، وتـداخلت المنـاهج العلميـة واختلفت بـاختلاف الظـواهر موضـع الدراسـة إلـى مـنهج وصـفي ومـسحي ودراسـة حالـة، وإحـصائي، وتـحليلـي، وترابطـي وتـاريخي وغيرها.

وباستخدام هذه المناهج في البحوث الجغرافية بتعدد فروعها خاصـة الطبيعيـة منهـا، تمكن البـاحثون من تطبيق مجموعة من المناهج في دراساتهم مما نتج عنه تصميم نماذج للبحث.

النموذج:

هو عرض مبسط يمثل صـياغة سـهلة للظـواهر، والنمـاذج يـسهل اسـتعمالها ورصـدها وضـبطها وعمـل الاستنتاجات فيها، كما يمكن اعادة تطبيقهـا علـى الظـاهرة الحقيقيـة، لمعرفـة مـدي صـدقها وانطباقهـا علـى الواقـع، والخروج بعد ذلك بقوانين وأحكام عامة.

ولـذلك تعمـل الدراسـات العلميـة الحديثـة فـي دراسـة الظـواهر المختلفـة، علـى الاستعاضـة عـن الظـاهرة المدروسة بما يسمى (بنموذج الظاهرة)، فالنموذج وسيلة لتصوير أو تمثيل ظاهرة ما تسمح لنا بالتنبؤ بمـا سيكون عليه الوضع في المستقبل في ظروف معينة. وعلى هذا الأساس، يمكن تعريف النموذج بأنه: تمثيل للواقع، يحاول تفسير ظاهرة ما من ظواهر هذا الواقع، وهو أبسط منه ولكنه قريب من كماله، لدرجـة يحقق معهـا الـذي بنـى من أجلـه. فـالجغرافي حينمـا ينـشئ خريطتـه، والتـي تمثـل واحـدة مـن لغاتـه إنمـا ينـشئ (نموذجـاً) لأنـه يـصغر الحقيقـة ويبسطها ويصنع لها مخططـاً، وعـن طريـق هـذه الخريطـة أو عـن طريـق مقارنـة العديـد مـن الخـرائط يـستطيع أن "يستنتج الحقائق". ويمكن تقسيم النماذج إلى ثلاثة أنواع:

(1) النماذج الرياضـية: هى نماذج نظرية أو رمزية مهمتها الأساسية التعبير عن الـصورة الحقيقيـة برموز رياضية، كما تلعب دوراً هاماً في حل المشكلات الانتاجية والتوزيعية.

(2) النماذج الطبيعية: تستخدم في التحليل المكاني والتنبؤ الإقتصادي، وذلك بترجمة الظاهرة إلى حالة طبيعية مشابهة تكون (أبسط) أيسر فهماً أو أكثر سهولة من حيث الملاحظة.

(3) النماذج التجريبية: هى نماذج مبسطة تمكن من الحصول على معالجة أفضل وتفسير أوفى إضافة الى إمكانية التنبؤ الواسعة.

مناهج البحث في الجيومورفولوجيا:

الجيوموفولوجيا هو العلم الذي يهتم بدراسة أشكال سطح الأرض، والعمليات الداخلية مثل البراكين والزلازل، والخارجية مثل التربة والانزلاقات الأرضية القوية التي مارست وما زالت تمارس نشاطها فوق سطح الأرض ، ودراسة معدلات نشاط هذه العمليات وتقدير فعاليتها وأهميتها وآثارها المباشرة على الفعاليات البشرية كإستغلال الأرض للزراعة وبخاصة مشاريع الري، وإقامة المشاريع الهندسية والمراكز العمرانية. كذلك يهتم هذا العلم بدراسة أصل أشكال سطح الأرض ونشأتها واتجاهات تطورها في المستقبل وتقدير أعمارها، بالإضافة إلى دراسة طبيعية المواد الصخرية والترابية وخواصها التي تتكون منها تلك الأشكال، ودراسة شبكات التصريف المائي ونظم التصريف وخصائصه مع التركيز على المياه السطحية والجوفية ودورهما الثنائي، وأثره في تعديل خصائص قوة الصخر والمواد الترابية .

وقد قطع الجيومورفولوجيون شوطاً بعيداً في تطوير البحوث والخبرات المتعلقة بأساليب البحث الجيومورفولوجي التفصيلي، وعمل الخرائط والمخططات الجيومورفولوجية ، وقد بدأت مثل هذه التطبيقات في بريطانيا عام 1972م و قبيل ذلك بسنوات في بولندا وتشيكوسلوفاكيا وكذلك أبحاث كل من كوك Cooke وجودى Goudie ودورنكامب Doornkamp في بيئات مختلفة من العالم في فترة السبعينات من القرن الماضي. وقد أثبتت الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية التي أجريت في الأقاليم الجافة وشبه الجافة نجاحها كمثل تلك التي هدفت إلي مسح موارد المواد السطحية للبحرين وتقييمها للأغراض الإنشائية والتخطيط الإقليمي، وكذلك تلك التي أجريت لتقييم موارد الأردن واستغلالها للأغراض التنموية. ولقد إزدادت أهمية هذه الدراسات في الأقاليم الجافة و شبة الجافة نظراً لسهولة التعرف على أشكال السطح التي تظهر بكل وضوح سواء في الحقل أو من خلال دراسة الصور الجوية أو الفضائية ، إذ يمكن استخدام تلك الأشكال كوسيلة لتحديد وحدات متجانسة من سطح الأرض تترابط فيها عناصر الشكل والمنحدرات والبنية الجيولوجية والتربة والحياة النباتية والهايدرولوجيا ، هذه الوحدات المتجانسة ملائمة لاختيار عينات للاختبار الحقلي على أساس عناصر محددة تتناسب والأغراض المطلوبة، كذلك يمكن استخدام نتائجها في التنبؤ بخصائص مناطق أخرى غير مدروسة ولكنها مشابهة لها باستخدام أسلوب النظائر الأرضية.

1. المنهج الكمي :

أسس هذا المنهج مجموعة من العلماء الجيومورفولوجين في منتصف القرن الماضي من أشهرهم هورتون Horton وإسترالر Strahler لمعالجة القصور والنقص في الدراسات الوصفية التي تركز على الوصف الحقلي لظواهر سطح الأرض وذلك بدراسة التكوين الجيولوجي وبنية الطبقات التي تتألف منها تلك الظواهر والتي تستخدم ما يُعرف بالمنهج الوصفي الدلقيزي الكيفي الذي يعتمد على خبرة الباحث، ورحجوا أن هذا الوصف يجب أن لا يكون قاصراً على خبرة الباحث في الحقل فقط، بل ينبغي أن تعتمد نتائجه على ما تقدمه الدراسة الكمية من بيانات دقيقة تعرف باسم الدراسة الاحصائية، وعند الاعتماد على هذا المنهج في الدراسة الجيومورفولوجية تصبح نتائج الدراسة كمية موضوعية .

2. المنهج المسحى :

يعتبر المنهج المسحى أهم فروع المناهج الوصفية، ويعتبر المسح طريقة ومنهج عام من مناهج البحث لأنه يتضمن بالضرورة مشكلة واضحة محدودة وأهدافاً ثابته مقدرة وتحليل وتفسير البيانات المجموعة بعناية بالغة بالإضافة إلى تقديم النتائج بمنطقية. ويري ديورى Dury 1951 أن تعبير التحليل الكمي Morphometric Andysis هو تعبير شامل يدخل ضمن معناه عدة دراسات حسابية أخرى من بينها :

1. دراسة العناصر التي تؤثر في تضاريس سطح الأرض Geometric Analysis
2. دراسة العلاقات بين كل من مساحة المنطقة ومنسوبها لسطح البحر Arithmetic Analysis .
3. دراسة أنواع ظاهرات سطح الأرض وأعداد كل مجموعة منها ومدى أجهادها بالنسبة للمساحة الكلية للمنطقة التي تتمثل فيها تلك الظواهرVolumetric Analysis .
4. دراسة انحدارات سطح الأرض Clinometric Analysis .

وأوضح ديوري أنه عند إتباع المنهج الكمي في الدراسة الجيومورفولوجية قد يستنبط الباحث معلوماته من أي من هذه الدراسات المختلفة أو جميعها معاً.

أيضاً يهتم هذا المنهج بإيجاد العلاقة المتبادلة بين أشكال منحدرات سطح الأرض ودرجة الانحدار، وكذلك مورفولوجية حوض التصريف، بالاضافة إلى دراسة المياه السطحية في مجاري الأنهار كعامل من عوامل التربة وقدرتها على نقل المفتتات الإرسابية المختلفة الأحجام وكيفية ترسيبها وحساب مقدارها عبر علاقات معينة بين ظواهر مختلفة قد لا يستطيع الباحث الوصول اليها بغير مسح. ويساعد استخدام هذا المنهج في المسح الميداني للموارد الطبيعية بالمراوح الفيضية.

استخدام وتطبيق هذه المناهج في الدراسات الجيومورفولوجية يعتمد على عدة طرق وأدوات للتحليل والتي يمكن تلخيصها فيما يلي :

1. **التحليل المورفومترى :**

المورفورفومترية Morphometey أحد فروع الجيومورفولوجية ويقصد بها الوصف الكمي لأشكال سطح الأرض، والوصف الكمي لنظم الصرف النهرية يطلق عليه مورفومترية أحواض التصريف، حيث يقوم على عدة أسس:

1. أن حوض التصريف وحدة مساحية لها خصائصها التي يمكن قياسها كمياً، وعلى هذا يمكن تحليلها وتصنيفها ومقارنتها.
2. يضم حوض التصريف مجموعة من المجاري التي يمكن ترتيبها في سلسلة متكاملة.
3. يمكن معالجته على أنه وحدة او نظام عمل Working System تدخله كمية من الطاقة متمثلة في كمية التساقط وأشعة الشمس ثم تخرج منه كتصريف مائي.

وبذلك نجد أن الدراسة المورفومترية تجمع بين كل من الشكل Form والعملية Process في إطار كمي واحد، وكذلك تربط الخصائص المختلفة لشبكة التصريف ببعضها البعض وربطها بهايدرولوجية المجرى المائي وعملية التجوية.

إذن الدراسة المورفومترية تربط بين علمى الهايدرولوجيا والجيومورفولوجية عند دراسة أحواض التصريف كمياً وما يتبعها من قياسات مورفومترية وربطها بعملية التوية المائية وما يصحبها من عمليات نحت ونقل وار ساب أو ما يُعرف بالدورة الديفيزية، وتقاس المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف من خلال العمل الميداني أو بواسطة الخرائط الكنتورية أو الصور الجوية أو الصور الفضائية .

وبذلك يساعد التحليل المورفومترى لأحواض التصريف في التعرف على خصائص شبكة التصرف والعوامل المؤثرة في تشكيل سطح الأرض وتفسير تلك الأشكال وذلك بمعرفة الخصائص الهايدرولوجية، كما تساعد الدراسة الموفومترية في تحديد الخصائص الموفولوجية لشبكة التصريف ومدى التطور الذي وصلت إليه، ومن ثم معرفة كميات الرواسب المنقولة الى مصبات هذه المجاري .

2. **التحليل المورفولوجي:**

يقصد بالخصائص المورفولوجية للأشكال الجيومورفولوجية تلك الأبعاد المحددة لها وما تضمه هذه الأبعاد من مساحة وطبيعة رواسب ، لذا فإن هذه الخصائص تشمل مجموعة من الصفات أو الخصائص المورفومترية مثل الطول، والعرض، والارتفاع، والمساحة، والانحدار وطبيعة الرواسب التي تتكون منها، وتوضيح مدى تباين الأشكال فيما بينها والتي تمثل نتاجاً للعوامل والعمليات التي تتحكم في حجمها وشكلها مثل مساحة حوض التصريف وكمية الحمولة من الرواسب والتضاريس والمناخ وعمليات النحت والإرساب الفيضي سواء كان بواسطة الهواء أو الماء.

ودراسة الخصائص المورفولوجية للأشكال الجيومورفولوجية تعطي نتائج يمكن من خلالها فهم كيفية تكوينها.

3. **الإحصاء :**

تعتبر الإحصاء أداة للقياس ومنهجاً للبحث يقدم للباحثين المادة الخام التي تساعد على اقامة النظريات، ويقوم المنهج الاحصائي على تجميع المادة العلمية تجميعاً كمياً، وهو بذلك يعكس نتائج البحث العلمي في صورة رياضية بالأرقام والرسوم البيانية بمعنى انه يحول اللغة الكيفية الى لغة كمية، ويستخدم لتحليل وبيان الأحداث المتكررة التي تتباين مخرجاتها، ويقوم على الملاحظة الكمية للبيانات والتغيرات الكمية التي تحدث في المخرجات التي ترتبط بالأحداث موضوع الدراسة، كما يسعى بالإحصاء التحليل لعمل تقديرات أو تنبؤات أو

تعميمات واسعة النطاق بإعتبار أن مجتمع البحث الموصوف هو عينة من مجتمع أصلى تنطبق عليه خصائص العينة وبالتالي يعتبر أداة لتقريب العلوم الانسانية من الموضوعية .

4. دراسة التربة :

دراسة التربة تتم من خلال وصفها بما يعرف بمولوجيا التربة Soil Morphology وهو العلم الذي يصف التربة بحالتها الطبيعية الحاضرة كجزء من القشرة الرضية، فهو يشمل وصف الطبيعة الجغرافية Physiog raphy لسطح التربة وتركيب خواصها وقطاعها، وعلى هذا فإنه من الصعب وضع حد فاصل بين هذا العلم وعلم الجيومورفولوجي .

فدراسة الموفولوجي تتناول دراسة الصفات الخارجية للتربة External Properties كالإنحدار Relief والميل Slope والأشكال الأرضية Land Forms يلي ذلك محاولة ربط هذه الصفات الخارجية بالصفات الداخلية.

4. دراسة الماء:

تعتبر نوعية المياه من أهم المؤشرات الرئيسية في تقييم وتحديد مدي ملاءتها لغرض معين أو آخر، كما تعتبر المحصلة الرئيسية لجميع العوامل والتفاعلات والمؤثرات التي أثرت علي الدورة الهايدرولوجية، حتي لحظة إستغلالها علي سطح الأرض أو من بئر أو نبع طبيعي. ولكي نحدد مواصفات هذه المياه يجب أن ندرس الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية لها ومقارنتها بالمعايير المتفق عليها عالمياً لكل استخدام.

نموذج التحليل الجيومورفولوجى لتقييم المراوح الفيضية بالبيئات الجافة وشبه الجافة

يعتبر النموذج خلاصة لاستخدام مناهج البحث فى الجيومورفولوجيا (ملحق1) لتقييم المراوح الفيضية بالبيئات الجافة وشبه الجافة والتي تعتبر من الأشكال الجيومورفولوجية الهامة عند مصبات الأودية الموسمية لما توفره من موارد متجددة (ملحق2)، والذي يمكن تعريف عناصره كما يلي :-

الجيومورفولوجيا التطبيقية:

أستحدث العلماء فرعاً جديداً في الدراسة الجيومورفولوجية يختص بالاستفادة من المعلومات الجيومورفولوجية عند إقامة المشروعات المختلفة والذي يعرف بأسم الجيومورفولوجيا التطبيقية معتمداً على استخدام أسس الرياضيات والتقنيات الحديثة.

قراءة الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية والخرائط:

تساعد دراسة وتحليل الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية (Landsat) في رسم وتحديد شبكة التصريف باستخدام طرق تحليل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS (برنامج ArcView GIS Version 3.1)، وبالتالي رسم حدود أحواض التصريف مما يساعد في الدراسة المورفومترية والدراسة المورفولوجية والخصائص الطبيعية الأخري، بالإضافة إلى دراسة الخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة.

التحليل المورفومترى :

الجدول (1) يوضح الخصائص المورفومترية التي يمكن دراستها باستخدام المعادلات الرياضية، والتي تتمثل في:

1. الخصائص المائية لشبكة التصريف.
2. الخصائص الشكلية لشبكة التصريف.
3. خصائص الكثافة النهرية.
4. الخصائص التضاريسية لشبكة التصريف.

الجدول (1): الخصائص المورفومترية الأساسية لأحواض التصريف والمعادلات الرياضية التابعة لها

الخصائص: 1/ الخصائص المائية للشبكة:	رمزها وقانونها	التمييز
- الرتبة النهرية	U	-
- عدد الأنهار من رتبة U	Nu	-
- عدد الأنهار في حوض رتبة U	(ZN)u	-
- نسبة التشعب النهري	Ru = Nu/Nu+1	-
- مجموع أطوال الأنهار ذات الرتبة U	Lu	كم
- متوسط مجموع أطوال الأنهار U	Lu = L /Nu	كم
مجموع أطوال الأنهار في حوض رتبته U	$(ZL)\ u = L_1 + L_2 + \ldots + L_u$	كم
2/ الخصائص الشكلية للشبكة:		
- مساحة الحوض المائي	Au	$كم^2$
- طول الحوض المائي	Lu	كم
- عرض الحوض المائي	$Br = \frac{A_u}{L_u}$	كم
- محيط الحوض المائي	P	كم
- إستدارة الحوض المائي	Rc = Au/Area of circle Having Same P	-
- إستطالة الحوض المائي	Rc = diameter of cicle Having same P/L_b	-
3/ خصائص الكثافة النهرية:		
- كثافة التصريف	$D_u = (ZL)\ a/A_u$	كم لكل $كم^2$
- تكرار المجاري	$Fu = N_u/A_u$	عدد/$كم^2$
- نسيج التصريف	$Tu = N_u/P_u$	الخشونة
4/ الخصائص التضاريسية للشبكة:		
- إرتفاع مصب المجري	Z	بالأمتار
- أعلى نقطة في الحوض	z	بالأمتار
- التضرس الكلي	H = Z - z	بالأمتار
- نسبة التضرس	$R_h = H/L_b$	-

المصدر : أل سعود (2000م) نقلاً عن دورتكامب وكنج (1971م).

التحليل المورفولوجى :

يذكر (Nilsen1985) أن حجم المراوح الفيضية وشكلها تتحكم فيه عوامل عديدة منها مساحة حوض التصريف وكمية الحمولة من الرواسب والتضاريس والرفع التكتوني على هوامش الحوض والتي يمكن دراستها من خلال عدة عوامل هي:

أـ العامل الصخري:

يقول (Gillalu 1973) إن من نتائج الصوادي الخشنة نسبياً أنها تؤدي الى وجود مظهر رسوبي أشد إنحداراً ومنه البيدمنت أكثر من الصوادي الناعمة ومن ثم تزداد كمية الرواسب ومساحة الحوض أيضاً.

ب- عامل البنية :

وجود مظهر البنية الخطية تساعد على نشأة الأودية الصدعية التي تعمل على توفير الرواسب ونقلها، والتي لها علاقة طردية قوية بإتساع الحوض وطوله وبالتالي مساحة حوض التصريف.

ج- عامل المناخ :

ينعكس أثر المناخ على عمليات النحت والنقل والإرساب في أحواض التصريف مكونة بذلك مراوحها الفيضية بواسطة الأمطار، حيث تتكون طبقات رسوبية مفتتة تتراوح أحجام رواسبها ما بين الرمل الخشن

والطين والسلت والجلاميد، ولذلك يختلف سمك كل طبقة إرسابية باختلاف كميات الأمطار وما يرتبط بها من حجم وقوة الجريان السطحي. والرواسب التي يتم تجويتها تصبح صالحة للنقل بفعل السيول، بالإضافة الى التأثير الميكانيكي للمياه بفعل اندفاعها.

د- عامل مساحة حوض التصريف:

تعتبر مساحة الحوض عاملاً مؤثراً في تشكيل المروحة الفيضية وزيادة مساحتها حيث تمثل منطقة مصدر الرواسب، وتنقل رواسب المروحة عبر مجاري الأودية الجافة أثناء حدوث السيول ويتم إرسابها فوق بعضها البعض من جهة وتتقدم الرواسب باتجاه مستوى القاعدة المحلي من جهة أخرى مما يساعد على زيادة مساحة المروحة الفيضية تدريجياً بتكرار هذه العملية.

هـ- إرتفاع المروحة الفيضية:

يعرف بأنه مقدار المسافة الرأسية بين قمة المروحة وقاعدتها.

و- إنحدار المروحة الفيضية:

يُشار إليه بدرجة الانحدار العام لسطح المروحة، ونلاحظ أن قيم درجة الانحدار تتميز بالانخفاض، ويرى Dana 1984 أن درجة الانحدار العام للمراوح الفيضية نادراً ما تصل إلى 10°، وتعتبر مساحة الحوض أحد العوامل المتحكمة في درجة انحدار سطح المروحة فكلما زادت مساحة حوض التصريف يقل انحدار المروحة وتصبح أكثر استواءً من تلك التي تصرف إليها مساحة أصغر.

ط- شكل وحجم الرواسب:

تستمد المروحة رواسبها من حوض التصريف الخاص بها، لذلك نجد أن رواسب المراوح تمثل خليطاً من مصادر صخرية مختلفة والتي تحدث لها عمليات تغير أثناء عملية نقلها وإرسابها في المروحة بفعل المياه.

وفي عملية الإرساب نجد إن بطء الإنحدار يمثل العامل الأساسي في الإرساب، وزيادة العمق والسرعة ينتجان عن زيادة الاتساع حيث ينشر التدفق على سطح المروحة وبعد تسرب المياه بين تكوينات المروحة تجنح المياه الى الإرساب بسبب النقص في حجم التدفق.

ظ- التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب:

إن دراسة التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب وتفسيرها تعطي معلومات واسعة النطاق عن هذه الارسابات، ومن أبسط الطرق المتبعة في تقسيم حبيبات الرواسب تظهر في تحديد العلاقة الحجمية بين كل من الحصي والرمل والغرين والطين، ويعتبر مقياس تدرج الحبيباتGrade Scale للعالم ونتورث (Wentwrth 1922) من أكثر المقاييس إستعمالاً.

التقسيم الجيومورفولوجي:

تستخدم نتائج التحليل الجيومورفولوجي في تقسيم الأراضي بما تشمله من موارد طبيعية بعدة طرق تضم التحليل المورفومتري والتحليل المورفولوجي كما سبق توضيحه. وفي هذا السياق يسعي البحث إلى اعتماد طريقة مناسبة لمعالجة موضوع الموارد الطبيعية في المراوح الفيضية وذلك استناداً على نموذج دالريمبل (Dalrympl 1968) الذي استخدم عامل الانحدار في تقسيم الأراضي الطبيعية حيث يصف شكل الأرض الخارجي بأبعاده الثلاثة ، كما يعمل على تشكيل سطح الأرض فبمجرد بروز الجبال و المرتفعات فوق سطح البحر بتأثير القوى الداخلية فإن عوامل التجوية تبدأ عملها من تفتيت ونقل وترسيب والتى تكون محصلتها تكوين الأشكال الجيومورفولوجية لسطح الأرض مثل الجبال و الهضاب و الأودية والأحواض والكثبان الرملية ... الخ، و يرى دالريمبل (1968) أنه بالإضافة إلي التكوين الجيولوجي توجد عدة عمليات غير محددة تؤثر في تشكيل الأراضي الطبيعية مثل التجوية التي تعمل على نحت الصوادي وتآكلها وتمتد حتى الأجزاء الصلبة منها، ومن ثم تكوين أشكال جيومورفولوجية حديثة العهد عند خروجها من قمة الجبل.

الموارد الطبيعية :

الموارد الطبيعية هي منتجات الأرض التي تستغل لفائدة الانسان، كما تعتبر عنصر أساسي من عناصر البيئة المستخدمة في العمليات الانتاجية لتغطية إحتياجات المجتمع المادية والثقافية، وبذلك تعتبر وسيلة لتحقيق غاية أو هدف معين. ويمكن تقسيمها حسب إستمرارية عطاءها إلى الآتي:

1. موارد متجددة: مثل النباتات والتربة والمياه العذبة.
2. مواردغير متجددة: مثل الفحم الحجري والبترول.
3. موارد مستمرة: مثل الطاقة الشمسية والهواء.

تقييم موارد التربة و الماء :

إن عملية تقييم التربة و تصنيفها لأنواع يستفاد منها في الإستخدامات المختلفة لابد أن تسبقها عمليات المسح و الفحص , حيث تعمل عملية الفحص على حل المشكلات المعقدة الناتجة عن تباين الأرض و هذه العملية تساعد في معرفة قيمة كل قطعة من الأرض بنسب معينة و بالتالى تحديد مساحة نوع هذه الأراضى , و بالتالى تحديد الإستخدام الأمثل مثل الزراعة و الرعي ... الخ .

أما تقييم الموارد المائية فيمكن أيضاً من خلال الفحص المعملى لعينات الماء و بالتالى تحديد مدى ملاءمتها للإستخدامات المختلفة سواء كانت للشرب أو الأغراض المنزلية أو للرى ... الخ .

المواصفات العالمية:

ربط نتائج التحليل بالمعايير والمقاييس التي وضعتها بالهيئات والمنظمات العالمية التي تهتم بالحفاظ على البيئة من خلال الاستقلال السليم لهذه الموارد وأستمراريتها مثل منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO) (الملحق3).

تطبيق النموذج في تقييم الموارد الطبيعية للمراوح الفيضية
(وادي عرب، وادي أربعات)

تعتمد الدراسات الجيومورفولوجية على العمل الميداني والمعملي بالإضافة إلى الأعمال المكتبية الأخرى مثل الرسومات الخاصة بالأشكال الجيومورفولوجية موضوع الدراسة او نظم التحليل الإحصائي ثم ربط البيانات بالأسس والمعايير والنظريات التي تعتمد عليها الدراسة للوصول للأهداف المرجوة وتقريب النتائج للموضوعية، ونتيجة لذلك نجد إن مثل هذه الدراسات عادة ما تعتمد على مجموعة من المناهج البحثية فى جمع المعلومات الأولية ، والتي يمكن أن تخرج بنماذج بحثية يمكن تطبيقها فى الدراسات الشبيهة .

وقد ركزت في دراستي للأشكال الجيو مورفولوجية بالبيئات الجافة وشبة الجافة على دراسة المراوح الفيضية (ALLUIVAL FANS)، التي تتميز بها المجارى المائية (الأودية الموسمية) ولأهميتها لهذه المناطق من الناحية الاقتصادية لما توفرة من مواد متجددة مثل التربة، والماء، والغطاء النباتي والتي لها أهمية اقتصادية واجتماعية كبرى في هذه البيئات مقارنة بالبيئات الرطبة، وتم اختيار حوض تصريف وادي عرب، ووادي أر بعات بشرق السودان منطقة للدراسة :

وادي عرب: يقع بين خطى طول 34°و37° شرق ، ودائرتي عرض 17° و19° شمال، فى مساحة تقدر بحوالي 14875 كيلو متر مربع ويعتبر من أكبر الأودية التي تنبع من قمم سلسلة جبال البحر الأحمر المتجه غربا والذي يصب فى نهر عطبرة حيث تعتمد علية اكبر مدن شرق السودان بعد مدينة بور تسودان في الأغراض والأنشطة المختلفة مثل مدينة سنكات ، وهيا ، وغيرها من المدن.

وادي أر بعات: يقع بين خطى طول 36° و 37° شرق، ودائرتي عرض 18° و20° شمال، في مساحة تقدر بحوالي 592 كيلومتر مربع، ويعتبر من أهم المجارى السطحية التي تصب في البحر الأحمر حيث تعتمد علية مدينة بوتسودان وما جاورها من مناطق فى أغراض الشرب ، والاستخدامات المختلفة .

وقد هدفت الدراسة الى تقييم المراوح الفيضية لهذه الأودية من خلال دراسة المواد الطبيعية المتجددة (الماء، التربة) التى توفرها وامكانية استخدامها حسب المواصفات والمعايير العالمية بغرض الحفاظ عليها وضمان استمرار عطائها وتنميتها.

نتائج استخدام النموذج:

استخدام البحث التحليل الجيومورفولوجي التطبيقي في دراسة المراوح الفيضية بالبيئات الجافة وشبة الجافة والاستفادة من نتائج التحليل في تقييم المواد الطبيعية (التربة، الماء) المتوفرة بها، وذلك من خلال الدراسة الجيومورفولوجية لأحواض تصريف وادي أربعات ووادي عرب بولاية البحر الأحمر (شرق السودان). وللوصول للأهداف المرجوة من هذه الدراسة استخدم الباحث المنهج الاستدلالي الكمي الذي يعتمد على الدراسة الميدانية والعملية والمكتبية، حيث تم إعداد الخرائط الخاصة بالدراسة وكذلك صور الأقمار الصناعية والصور الجوية الخاصة بأحواض التصريف (وادي أربعات وادي عرب) موضوع الدراسة وذلك بغرض الإعداد للعمل الميداني. سبق ذلك القيام بدراسة جغرافية لمنطقة الدراسة شملت الخصائص الطبيعية من مناخ وجيولوجيا و جومورفولوجيا...الخ والخصائص البشرية مثل دراسة السكان واستخدام الأرض. ثم انتقلت الدراسة إلى استخدام طرق التحليل الجيومورفولوجي وذلك بالدراسة المورفومترية لحوض التصريف وإيجاد العلاقة ما بين الخصائص المورفومترية داخل كل حوض تصريف وانعكاس ذلك على الخصائص المورفولوجية (الجدول 4) (الملحق4) لتلك الأحواض مما نتج عنها من ارسابات فيضية (مراوح فيضية) تحت تأثير العمليات الجيومورفولوجية والخصائص الهايدرولوجية مما ساعد على تقسيم هذه الارسابات إلى وحدات أرضية، بدراسة خصائص الوحدات الأرضية ومكوناتها تم تحديد مواقع الموارد الطبيعية بتلك المراوح الفيضية (تربة، ماء) والتي تمت دراستها مورفولوجياً ومعملياً ومن ثم تقسيمها و تصنيفها حسب تناسبها للاستخدامات المختلفة بعد تحديد مساحاتها.

تمكنت الدراسة من تحديد الخصائص البيدولوجية والهايدرولوجية للمراوح الفيضية بمنطقة الدراسة وذلك من خلال تحديد مساحة والتربة ونوعها من حيث الخصائص الطبيعية والكيميائية والحيوية وذلك من خلال الدراسة المورفولوجية لتربة هذه المراوح التي تم تقسيمها من خلال التحليل الجيومورفولوجي حيث أوضحت الدراسة أن من أهم الخصائص البيدولوجية للمراوح الفيضية.

1. أنها تحتوي على أنواع مختلفة من التربة لها صفات وخصائص التربة التي وصلت إلى مرحلة متقدمة من التطور خلال دراسة القطاعات الأرضية.
2. أن أهم ما يميز هذا النوع من التربة أنها تندرج تحت أنواع التربة التي تتميز بالملوحة وبالقلوية (الجدول 5، 6).
3. أما فيما يتعلق بالخصائص الهايدرولوجية لهذه المراوح فنلاحظ أنها تتميز بوجود مخزون جيد من المياه يفي بمتطلبات الاستخدامات المختلفة إذا تم إجراء المعالجات الصحية من ناحية الخصائص الكيمائية لبعض الآبار المنتشرة على سطح المراوح الفيضية خاصة فيما يتعلق بجانب النشاط الزراعي بالنسبة لوادي أربعات حيث أدى استخدام الماء ذي التركيز العالي في الأملاح إلى تصلب قشرة التربة في مساحة تمثل حوالي 50% من المساحة الكلية لتربة المروحة الفيضية مما أدى تدني نفاذيتها (الملحق 5).
4. أيضاً استطاعت الدراسة تحديد الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه بغرض معرفة مطابقتها للمواصفات العالمية لصلاحية المياه للشرب والأغراض المنزلية.
5. أيضاً وجود أنواع مختلفة من الغطاء النباتي مثل السيال والطندب والسمر والسدر والهجليج والسنمكا في المراوح الفيضية بجانب الماء يساعد على تمركز حرفة الرعي خاصة في وادي أربعات حيث محدودية استخدام الأرض للنشاط الزراعي مقارنة بوادي عرب.
6. إستطاعت الدراسة تحديد الأسس الصحية السليمة لاستغلال الموارد الطبيعية والمحافظة على البيئة من خلال التحليل المعملي لموارد التربة والمياه وتحديد مدى صلاحية كل مورد للاستخدام المعين. بالإضافة إلى دراسة العلاقة المتبادلة بين الموردين والتنبؤ بمستقبل استدامة كل منهما في منطقة تقع ضمن نطاق البيئات الجافة والتي تتميز بمحدودية هذه الموارد.

إن دراسة المقارنة بين المراوح الفيضية لوادي أربعات ووادي عرب واللذين يمثلان نموذجاً لأحواض تصريف أولها خارجي والثاني داخلي حيث يصب الأول في البحر الأحمر والثاني في نهر عطبرة وبالتالي فان الموارد الطبيعية لوادي اربعات تتأثر بالبحر بينما تتأثر في وادي عرب باليابس، ومن خلال الدراسة التفصيلية لهذه الموارد نلاحظ أن النتيجة تشير إلى أن الاستفادة الكبرى من ناحية النشاط الزراعي والرعوي الذي يميز هذه المناطق يكون أكبر في وادي عرب مقارنة بوادي اربعات الذي يتأثر بالبحر والانحدار، بينما يمكن أن تستخدم الخيران ذات التصريف الخارجي في النشاط الرعوي حيث تتعدد أنواع النباتات وبالتالي تعدد الحيوان إضافة إلى استخدامها في النشاط السياحي والنشاطات ذات الصلة بالسواحل البحرية.

الخاتمة:

إن استخدام أساليب وطرق التحليل الجيومورفولوجي المختلفة كإطار منهجي يمكن استخدامه وتطبيقه في تقييم الموارد الطبيعية بالبيئات الجافة وشبه الجافة، أدى إلى إبراز مجموعة من النتائج التي توصل إليها البحث بصورة موضوعية وموثوق بها، وذلك في البدء بالدراسة المورفومترية من خلال تحليل الصور الجوية وصور الأمطار الصناعية وتحديد أحواض التصريف وإيجاد الأبعاد والمسافات والمساحات وخصائص شبكات التصريف الخاصة بها والتي كانت بمثابة تمهيد للدراسة المورفولوجية لأحواض التصريف وما تحدثه من عمليات جيومورفولوجية كما نتج عنه تكوين للمراوح الفيضية.

كما أدت الدراسة المورفولوجية الميدانية للمراوح الفيضية للوقوف على أهم الخصائص الجيومورفولوجية والهايدرولوجية عن تكوين المراوح الفيضية ونشأتها ومراحل تطورها من خلال العمليات الجيومورفولوجية التي حدثت نتيجة للظروف الطبيعية لأحواض التصريف والمراوح الفيضية نفسها ومدى تأثرها بالبيئة المحيطة من حولها، كما ساعدت الدراسة الميدانية في توضيح أنواع النباتات وتوزيعها بالمراوح الفيضية بالإضافة إلى الخصائص البشرية واستخدام الأرض.

ساعدت نتائج التحليل المورفومترى والتحليل المورفولوجى في تقسيم أراضي المراوح الفيضية وتصنيفها والتي من خلالها تم توضيح المواد الطبيعية السائدة مثل التربة والماء والنبات باستخدام نماذج التحليل الجيومورفولوجى، وتقييم هذه الموارد من خلال الدراسة المورفولوجية والتحليل المعملي، الشي الذي أدى للوصول إلى نتاج مهمة في مجال تصنيف هذه الموارد وتوضيح مدى إمكانية الاستفادة منها في الأنشطة البشرية المختلفة خاصة في مجالي الزراعة والرعي.

وبذلك يمكن القول إن البحث قد استطاع أن يستخدم طرق التحليل الجيومورفولوجي وأساليبه كمنهج تطبيقي في تقييم الموارد الطبيعية بالبيئات الجافة وشبة الجافة.

العربية المراجع

أبو الخير، يحيى بن محمد شيخ (1995م) / نحو منهج موحد في الجغرافيا التطبيقية أنموذج مقترح / الجمعية الجغرافية السعودية / الرياض .

أبو العينين، حسن سيد أحمد(2002م) / أصول الجيومورفولوجيا: دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض / مؤسسة الثقافة الجامعية / الأسكندرية.

أحمد (وآخرون)، حسن عبد العزيز(1985م) / الأقاليم الجافة دراسة جغرافية في السمات والأنماط / دار العلوم للطباعة والنشر /الرياض.

أحمد, عبد الغفار محمد وآخرون(1998م) / إدارة الندرة : التكيف الإنساني في الأراضي الجافة بشرق أفريقيا / مركز البحوث العربية /القاهرة.

إدريس (وآخرون)، ليلى محمد (1996م)/ التربة الزراعية : عوامل التكوين و التدهور / وزارة الزراعة و الموارد الطبيعية و الثروة الحيوانية / الخرطوم .

البراك، سعد بن عبد الله (1993م) / أراضي الإحساء الزراعية / مطبعة الحسين الحديثة /الإحساء.

التركمانى، جودة بن فتحى(1991م) / جيومورفولوجية مملحة القصب بالمملكة العربية السعودية /مطابع جامعة الملك سعود /الرياض.

التركى، خالد بن إبراهيم(1992م) / الجيولوجيا الفيزيائية /مطابع جامعة الملك سعود /الرياض .

بابكر، عباس الطيب (2003م)/ جيومورفولوجية أحواض التصريف والمراوح الفيضية لخورأربعات وخور عرب بشرق السودان/ رسالة دكتوراة (غيرمنشورة)/ جامعة الخرطوم/ الخرطوم.

جودة، جودة حسنين وآخرون(1991) / وسائل التحليل الجيومورفولوجي / دار المعرفة الجامعية / القاهرة.

خير، صفوح(1990م) / البحث الجغرافي : مناهجه و أساليبه / دار المريخ / الرياض.

الرديسى، سمير محمد على حسن(1997م) / العمليات البيوفيزيائية في البيئة الطبيعية: منهجية جغرافية / الدار السودانية للكتب /الخرطوم.

على، سمير محمد (1997م) / العمليات البيوفيزيائية في البيئة الطبيعية: منهجية جغرافية / دار جامعة الخرطوم للنشر/ الخرطوم.

محمد، آدم الزين(1998م) / دليل الطالب إلى منهجية البحث و كتابة الرسالة الجامعية في العلوم الإجتماعية / مطبعة جامعة الخرطوم /الخرطوم.

محمدين، محمد محمود وآخرون(1985م) /الأقاليم الجافة: دراسة جغرافية في السمات والأنماط/دار العلوم للطباعة و النشر /الرياض .

الوليعى، عبد الله بن ناصر (1994م) / الأبعاد الجيومورفولوجية لتنمية الأراضي في الصحراء / الجمعية الجغرافية السعودية / الرياض .

يوسف، أحمد فوزي(1987م) /البيدولوجي : نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضي /عمادة شؤون المكتبات – جامعة الملك سعود /الرياض .

المراجــع الأجنبية:

Astanin , L.P.and Lonov , P.(1978) , conservation of Nature , Moscow .

Bull, W. B.(1968),Alluvial fan, in Encyclopedia of Geomorphology , R.W. faibridge (ed) ,Ranhold,New York, pp.7-10

Campuzano,M,L (2001), Erosive processes on alluvial fan surfaces in a semiarid (Calasparra Basin, SE Spain): an archaeological approach , S.a, Snchez "catchment Madrigal, Murcia.

Cotton, C.A. (1952), Geomorphology, Whitcombe, New york.

Dalrymple , J.B.R.J . Blong , and A.J Canacher(1968) “Ahypothetical nine unit landsurface model” , Z. Geomorph, 12: 60-76 .

Hall,P. (2000), Understanding the transition from Buntsandstein to Muschelkalk facies at a rift basin margin, The University of Durham Press, Durham.

Hartley,A. (2001), Synchronous Drainage Basin Uplift and Alluvial Fan Deposition in Response to Compressional Deformation: Late Neogene, Salar de Atacama, Northern Chile, University of Aberdeen Press, Aberdeen.

Harttley, A. (2002), The Development of Alluvial Fans in Extensional Basins: Are Existing Facies Models Wrong, University of Aberdeen Press, Aberdeen.

Harvey, A. M. (1999), Interactions between base level and climatic change in the evolution of Quaternary dry-region alluvial fans, University of Liverpool Press, Liverpool.

Hopkins, S.T, and Jones, D.E. (1983), Research Guide to the Arid Lands of the World, Oryx Press, Arizona.

Leeder, M. (1985), Sedimentology, Process and Product, George Allen and Unwin (Publishers) Ltd, London.

Paton, T. R. (1997), The Formation of Soil Material, George Allen and Unwin, Boston.

Pattor, C. O, Alesander.ch.s.and Kramer,F.L. (1970), physical Geography, Wandsworth publishing CO.Inc, Belmont, California.

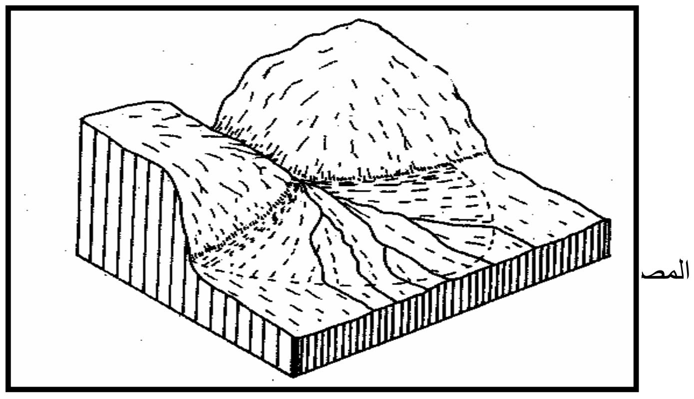
Strohler , A.N.(1975), Physical Geography, Wiley , New York, London,Sydney, Toranto ,643pp .

Thornbury,W.B(1954), principle of Geomorphology, John Wiley,New York .

الملحقات

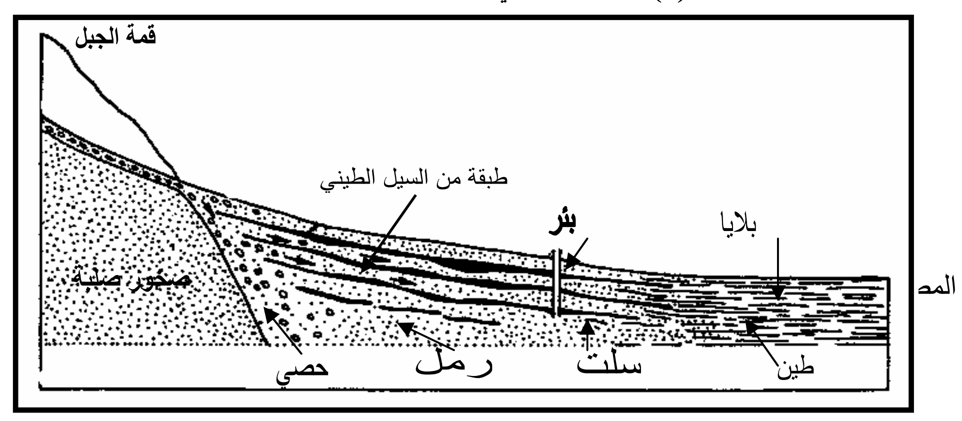
<u>الملحق (1)</u>

الشكل (1): المروحة الفيضية



المص

الشكل (2): البناء الداخلي للمروحة الفيضية



الملحق (3)

القيم المعيارية العالمية للماء الصالح للاستخدامات المنزلية وللشرب وفق ما حددته منظمة الصحة العالمية عام (1971م)

المادة	الرمز	المستوى الأعظمى المسموح به (جرام/م2) للاستعمال المنزلي	لماء الشرب
الزرنيخ	As	-	0.05
الكالسيوم	Ca	200.0	-
الكادميوم	Cd	-	0.01
الكروميوم	Cr	0.05	-
النحاس	Cu	1.5	-
الحديد	Fe	1.0	-
الرصاص	Pb	-	0.1
مغنيزيوم	Mg	15.0	-
منغنيز	Mn	0.5	-
زئبق	Hg	-	0.0001
سيلينيوم	Se	-	0.01
زنك	-	15.0	-
النشادر(الأمونيا)	-	-	0.5
منظفات متشردة سلبياً	-	1.0	-
كلوريد	Cl	600.0	-
سيانيد	Cn	-	0.05
فلوريد(عند درجة حرارة (10-12ْم)	-	-	1.7
زيت معدنى	-	0.3	-
نترات	No_3	-	45.0
إجمالى الآزوت(عدا فينول)	No3	-	1.0

هيدروكربونات عطرية متعددة النوويات	**PAH**	0.002	-
كبريتات	**So_4**	-	0.2
نوى مشعة – معظمه أشعة ألفا	**-**	400.0	-
نوى مشعة- معظمه أشعة بيتا	**-**	-	3
بكتريا كوليفورم	**-**	-	ليس اكثر من10/10سم3
الأوكسجين الحيوى المستهلك	**BOD**	-	6
الأوكسجين المنحل	**COD**	-	10
الرقو الهيدروجينى	**PH**	9.2-6.5	-
عسارة الماء (قساوته)	**$CACO_3$**	500.0	-
المواد الصلبة المنحلة	**-**	1500.0	-

المصدر: موسي (2000م)، نقلاً عن منظمة الصحة العالمية (1984م).

الملحق (4):

جدول (2): الخصائص المورفومترية

مروحة الخور		
الخاصية	أربعات	**عـرب**
الطول/كلم	21	163.2
الاتساع/ كلم	20	5.4
المساحة/كلم^2	420	881.3
الارتفاع/ متر	500	150
زاوية الانحدار	25´ 1˚	4´ 0˚

المصدر: الباحث (2001م) .

الجدول (3): الخصائص الشكلية لحوضي خور أربعات وخور عرب

حوض التصريف الخصائص	خور أربعات	خور عرب
المساحة / كلم^2	592	14875
الطول/ كلم	202	370
متوسط العرض/كلم	29.3	40.2
المحيط/ كلم	679	1020
الاستدارة	0.29	0.39
الاستطالة	0.11	0.16
الشكل	0.43	0.37

المصدر: الباحث 2001م.

جدول (4): الخصائص المورفولوجية لشبكة التصريف لكل من خور اربعات وخور عرب

الخصائص / الوادي	الرتبة	اعداد المجاري	متوسط طول الرتبة(كلم)	مجموع طول المجاري (كلم)	مساحة الرتبة (كلم2)	المساحة الكلية (اعداد الرتب/كلم^2)
أربعات	1	1781	2	3562	0.1	178.1
	2	713	3.5	2495.5	0.35	249.6
	3	161	3.7	595.7	0.56	90.16
	4	39	11.5	448.5	2.875	111.13
	5	8	21.5	172	6.45	51.6
	6	1	97.5	97.5	48.75	48.8
	المجموع	**2703**	**-**	**7371.2**	**-**	**729.4**
عرب	1	4696	0.9	4226.4	0.45	2113.2
	2	2517	1.3	3272.1	0.98	2466.7
	3	1009	1.6	1614.4	1.2	1210.8
	4	348	2.3	800.4	2.1	730.8
	5	27	31.5	850.5	31.5	850.5
	6	7	47.5	332.5	49.9	349.3
	7	2	44	88	55	110
	8	1	260	260	520	520
	المجموع	**8607**	**-**	**11444.3**	**-**	**8350.3**

المصدر: الباحث 2001م.

الجدول (5) : الخصائص الكيميائية لتربة المروحة الفيضية لخور أربعات

$CaCo_3$	B.S%	Nacl	Cl	So_4	Co_3	$NaCo_3$	E.S.P	EC	PH	الخصائص الكيميائية القطاع
0.9	0.1	1.8	12	1.7	0.4	0.9	1>	1.5	7.8	الأول
2.5	6	4.2	160	17	1.1	2.5	1	10.6	7.7	الثانى
1	27.5	27.3	20002	256.3	0.4	1.1	62	172.3	7.6	الثالث
1.6	18.2	1.4	33	11.2	0.7	1.6	1>	1.3	7.7	الرابع
0.6	16.9	0.7	15	2.1	0.3	0.6	1>	0.5	7.7	الخامس

المصدر : التحليل المعملى (2001م).

الجدول (6): الخصائص الكيميائية لتربة المروحة الفيضية لخور عرب

$CaCo_3$	B.S%	Nacl	Cl	So_4	Co_3	$NaCo_3$	E.S.P	EC	PH	الخصائص الكيميائية القطاع
0.8	0.1	1.2	8	4.2	0.8	0.8	1>	0.2	7.7	الأول
0.6	0.2	1.6	10	0.7	0.3	0.6	1>	0.3	7.6	الثانى
0.4	21.5	3.6	38	5.2	0.2	0.5	1	5.4	7.5	الثالث

المصدر : التحليل المعملى (2001م).

الملحق (5)

الشكل (3): نسبة ادمصاص الصوديوم مقابل الملوحة الكلية
لمياه خور أربعات
المصدر : التحليل المعملي 2001م.

